

PENGARUH KARBON AKTIF DALAM ELEKTROLISIS AIR LAUT UNTUK MENGHASILKAN GAS HIDROGEN

Jefri Siregar*, Prastawa Budi, dan Muhammad Zakir

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin
Kampus Tamalanrea Makassar, Sulawesi Selatan 90425

E-mail: Jefry_Siregar@gmail.com

ABSTRAK

Minyak bumi di Indonesia yang berasal dari bahan bakar fosil diperkirakan hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri hingga 9 tahun kedepan. Maka kita perlu energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti hidrogen. Salah satu cara untuk menghasilkan hidrogen yaitu dengan metode elektrolisis air dan merupakan metode yang paling menjanjikan untuk menghasilkan gas hidrogen yang murni. Namun elektrolisis air tidak akan terurai menjadi hidrogen tanpa adanya larutan elektrolit seperti NaCl. Disamping itu, elektrolisis membutuhkan energi listrik yang besar untuk menguraikan air menjadi ion-ionnya, sehingga akan digunakan karbon aktif untuk menghematnya dengan memanfaatkan elektron bebas yang dimiliki karbon aktif. Selain itu, untuk mencegah penggunaan NaCl secara terus menerus maka digunakan elektrolit air laut karena begitu tinggi konsentrasi ion Na^+ dan Cl^- nya. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karbon aktif dalam proses elektrolisis air laut dalam menghemat energi listrik. Air laut akan divariasikan salinitasnya yaitu $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, $\pm 35\%$, dan massa karbon aktif juga akan divariasikan yaitu 50 g, 100 g, dan 200 g. Kemudian dilakukan perbandingan arus listrik yang digunakan terhadap elektrolisis tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif dalam proses elektrolisis air laut dapat menurunkan jumlah arus listrik yang digunakan dengan persentase penghematan yaitu sebanyak 8,61 % untuk salinitas $\pm 5\%$, 47,35 % untuk salinitas $\pm 20\%$ dan sebanyak 38,05 % untuk salinitas $\pm 35\%$.

Kata kunci: Air Laut, Elektroda, Elektrolisis, Elektrolit, Karbon Aktif.

ABSTRACT

Petroleum in Indonesia are derived from fossil fuels, estimated to be only sufficient to meet domestic demand up to 9 years. Then we need alternative energy instead of fossil fuels such as hydrogen. One way to produce hydrogen is by water electrolysis method and is the most promising method to produce pure hydrogen gas. However, the electrolysis of water would not decompose into hydrogen without electrolyte solution such as NaCl. In addition, electrolysis requires a large electrical energy to decompose water into ions, so that the activated carbon will be used for saving it by using a free electron owned activated carbon. Moreover, to prevent the use of continuous NaCl then used electrolyte sea water because it is so high concentrations of Na^+ and Cl^- . Therefore, this study aims to determine how much influence the activated carbon in the process of electrolysis of seawater in saving electrical energy. The sea water will be varied salinity is $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, $\pm 35\%$, and the mass of activated carbon will also be varied which is 50 g, 100 g and 200 g. Then do a comparison of electric current used to electrolysis without using activated carbon and activated carbon. The results showed that the use of activated carbon in sea water electrolysis process can reduce the amount of electrical current used by the percentage of savings is as much as 8.61 % to $\pm 5\%$ salinity, 47.35 % to $\pm 20\%$ salinity and as much as 38.05 % for $\pm 35\%$ salinity.

Keywords: Sea Water, Electrode, Electrolysis, Electrolyte, Activated Carbon.

PENDAHULUAN

Minyak bumi di Indonesia yang berasal dari bahan bakar fosil diperkirakan hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri hingga 9 tahun kedepan. Kepala Bagian Hubungan Masyarakat Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha

Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) Elan Biantaro dalam Erlangga (2015) mengatakan bahwa Indonesia dulu punya cadangan minyak bumi yang terbukti ada hingga 27 miliar-an barrel, tapi saat ini hanya tersisa 3,7 miliar barrel dan diperkirakan cadangan tersebut hanya mampu bertahan sekitar 10 tahun kedepan. Maka kita perlu

energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yaitu hidrogen. Salah satu alasannya karena hidrogen memiliki kandungan energi tertinggi sekitar tiga kali lebih banyak dari bensin dengan volume sekitar empat kali lebih sedikit dari pada bensin. Salah satu cara untuk menghasilkan hidrogen yaitu dengan metode elektrolisis air. Metode elektrolisis ini merupakan metode yang paling menjanjikan untuk menghasilkan gas hidrogen yang murni. Namun elektrolisis air tidak akan terurai menjadi hidrogen tanpa adanya larutan elektrolit seperti NaCl. Disamping itu, elektrolisis membutuhkan energi listrik yang besar untuk menguraikan air menjadi ion-ionnya. Sementara gas hidrogen yang dihasilkan tidak sebanding dengan banyaknya energi listrik yang digunakan.

Maka dari itu, dalam penelitian ini metode elektrolisis air akan dimodifikasi elektroda kerjanya dengan memanfaatkan elektron bebas yang dimiliki karbon aktif agar dapat menghemat energi listrik. Selain itu, untuk mencegah penggunaan NaCl secara terus menerus maka digunakan elektrolit air laut sebab pastinya sudah mengandung NaCl. Mengingat juga bahwa air laut adalah bahan yang langsung dari alam, dan begitu banyak yaitu total volume air laut sekitar $1,347.000.000.000 \text{ km}^3$. Setiap 1 km^3 air laut setara dengan berat $1,12.000.000.000 \text{ ton}$ dan mengandung $40.000.000 \text{ ton}$ bahan terlarut (Wiadnya, 2011). Dalam hal ini air laut akan divariasikan salinitasnya yaitu $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, $\pm 35\%$. Juga dilakukan perbandingan arus listrik yang digunakan terhadap elektrolisis tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air laut, dan karbon aktif (diperoleh dari CV. Intraco Makassar).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu reaktor elektrolisis, elektroda kerja (Tembaga (Cu) bentuk silinder dan Emas (Au) bentuk kawat), *power supply*, refraktometer, dan peralatan gelas lainnya.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga September 2016 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Tempat pengambilan sampel air laut yaitu di laut sekitar muara sungai Jeneberang, kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Prosedur Kerja

Preparasi Sampel

Sampel diambil dengan tiga titik yang berbeda, yaitu dekat dari muara sungai, agak jauh dari muara sungai, dan jauh dari muara sungai. Sampel diambil menggunakan jergen. Setelah itu, diukur salinitasnya dengan menggunakan salinometer hingga didapatkan sampel yang salinitasnya $\pm 5 \%$, $\pm 20 \%$, $\pm 35 \%$.

Teknik Elektrolisis Air Laut

Menyiapkan alat reaktor elektrolisis yang terdiri dari tiga tabung terbuat dari gelas dan bagian katup terbuat dari bahan *teflon*. Pada bagian bawah ke dua tabung elektroda kerja (katoda dan anoda) digunakan karet bertujuan sebagai penutup reaktor sekaligus menahan masing-masing elektroda kerja. Sekeliling karet diperlukan isolasi pipa bertujuan untuk menghindari terjadinya kebocoran.

Selanjutnya untuk proses elektrolisis karbon aktif sebanyak 50 g dimasukkan kedalam reaktor elektrolisis melalui tabung anoda, kemudian sampel air laut sebanyak 1000 mL dengan salinitas $\pm 5 \%$ dimasukkan juga kedalam reaktor. Kemudian pada proses elektrolisis, elektroda pembanding dihubungkan dengan potensiometer dan elektroda kerja dialiri arus listrik melalui *power supply* sehingga senyawa pada elektrolit terurai membentuk ion-ion dan terjadi proses reduksi oksidasi sehingga menimbulkan gelembung gas pada masing-masing elektroda kerja. Lalu gas yang terdapat pada katoda akan menuju tabung penampung gas dan yang terdapat pada anoda akan terserap di karbon aktif.

Perlakuan ini diulang menggunakan air laut yang salinitasnya $\pm 20 \%$, kemudian selanjutnya $\pm 35 \%$. Juga dilakukan perlakuan yang sama menggunakan massa karbon aktif yang berbeda

serta tanpa menggunakan karbon aktif sebagai pembanding.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Massa Karbon Aktif terhadap Arus

Pada bagian ini akan diperlihatkan tabel mengenai pengaruh massa karbon aktif terhadap arus yang digunakan untuk air laut $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, dan $\pm 35\%$.

Air Laut Salinitas $\pm 5\%$

Tabel 1. Pengukuran arus berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 5\%$

No.	Tegangan (V)	Arus yang digunakan (A)		
		50 g	100 g	200 g
1	5	0,005	0,006	0,005
2	10	0,015	0,016	0,015
3	20	0,035	0,036	0,034

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa arus yang digunakan selama proses elektrolisis untuk massa karbon aktif 50 g yaitu 0,005 A pada tegangan 5 V, 0,015 A pada tegangan 10 V, dan 0,035 A pada tegangan 20 V. Sedikit berbeda pada massa karbon aktif 100 g yaitu 0,006 A pada tegangan 5 V, 0,016 A pada tegangan 10 V, dan 0,036 A pada tegangan 20 V. Sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu 0,005 A pada tegangan 5 V, 0,015 A pada tegangan 10 V, dan 0,034 A pada tegangan 20 V. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif tidak mempengaruhi jumlah arus yang digunakan selama proses elektrolisis.

Air Laut Salinitas $\pm 20\%$

Tabel 2. Pengukuran arus berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 20\%$

No.	Tegangan (V)	Arus yang digunakan (A)		
		50 g	100 g	200 g
1	5	0,013	0,012	0,012
2	10	0,048	0,050	0,046
3	20	0,120	0,127	0,119

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh bahwa arus yang digunakan selama proses elektrolisis untuk massa karbon aktif 50 g yaitu 0,013 A pada tegangan 5 V; 0,048 A pada tegangan 10 V, dan 0,120 A pada tegangan 20 V. Sedikit berbeda pada massa karbon aktif 100 g yaitu 0,012 A pada tegangan 5 V; 0,050 A pada tegangan 10 V, dan 0,127 A pada tegangan 20 V. Sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu 0,012 A pada tegangan 5 V; 0,046 A pada tegangan 10 V, dan 0,119 A pada tegangan 20 V. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif tidak terlalu mempengaruhi jumlah arus yang digunakan selama proses elektrolisis.

Air Laut Salinitas $\pm 35\%$

Tabel 3. Pengukuran arus berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 35\%$

No.	Tegangan (V)	Arus yang digunakan (A)		
		50 g	100 g	200 g
1	5	0,018	0,019	0,017
2	10	0,068	0,070	0,067
3	20	0,173	0,175	0,167

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh bahwa arus yang digunakan selama proses elektrolisis untuk massa karbon aktif 50 g yaitu 0,018 A pada tegangan 5 V; 0,068 A pada tegangan 10 V, dan 0,173 A pada tegangan 20 V. Sedikit berbeda pada massa karbon aktif 100 g yaitu 0,019 A pada tegangan 5 V; 0,070 A pada tegangan 10 V, dan 0,175 A pada tegangan 20 V. Sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu 0,017 A pada tegangan 5 V; 0,067 A pada tegangan 10 V, dan 0,167 A pada tegangan 20 V. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif tidak terlalu mempengaruhi jumlah arus yang digunakan selama proses elektrolisis.

Pengaruh Variasi Massa Karbon Aktif terhadap Awal Pembentukan Gas Hidrogen

Selain melihat perbandingan massa karbon aktif terhadap arus yang digunakan, perlu juga dilihat bagaimana pengaruh pembentukan awal gas hidrogen terhadap variasi massa karbon aktif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa

karbon aktif terhadap awal pembentukan gas Hidrogen selama elektrolisis air laut dengan salinitas $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, dan $\pm 35\%$. Adanya ke dua pengukuran ini, maka dapat ditentukan massa karbon aktif mana yang optimal untuk digunakan sebagai perbandingan dalam elektrolisis air laut dengan karbon aktif dan tanpa karbon aktif.

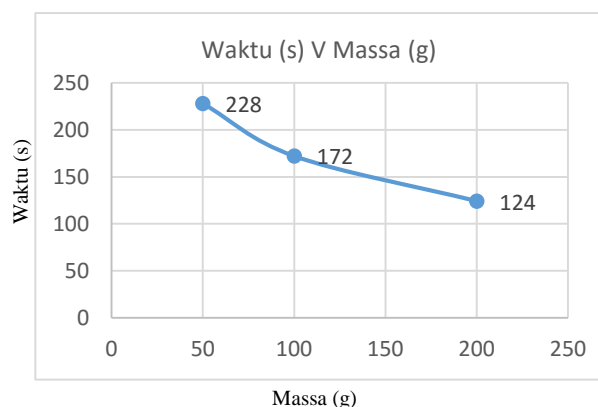
Air Laut Salinitas $\pm 5\%$

Tabel 4. Pengukuran awal pembentukan gas hidrogen berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 5\%$

No.	Massa (g)	Waktu Awal Terbentuk Gas Hidrogen (s)
1	50	228
2	100	172
3	200	124

Ket: Gas Terbentuk pada Tegangan 10 V

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa awal pembentukan gas hidrogen untuk massa karbon aktif 50 g yaitu pada detik ke 228, untuk massa karbon aktif 100 g yaitu pada detik ke 172, sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu pada detik ke 124. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif sangat mempengaruhi waktu awal pembentukan gas hidrogen. Untuk lebih jelasnya data ini dimasukkan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Awal pembentukan H_2 berdasarkan massa karbon aktif untuk Salinitas $\pm 5\%$

Pada Gambar 1 terlihat jelas bahwa dari massa 50, 100, dan 200 g secara berurutan mengalami penurunan waktu awal pembentukan gas hidrogen yaitu 228, 172, dan 124. Maka dapat dikatakan bahwa semakin banyak karbon aktif yang

digunakan maka semakin cepat gas hidrogen terbentuk. Ini disebabkan karena banyaknya karbon aktif yang digunakan seiring dengan bertambah banyaknya elektron-elektron bebas yang dapat menghantarkan muatan positif yang dalam hal ini adalah proton (H^+) menuju katoda. Semakin banyak elektron yang bersifat penghantar maka semakin cepat gas hidrogen terbentuk.

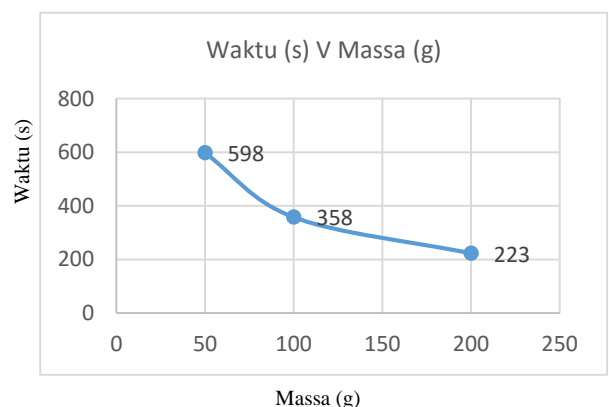
Air Laut Salinitas $\pm 20\%$

Tabel 5. Pengukuran awal pembentukan gas hidrogen berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 20\%$

No.	Massa (g)	Waktu Awal Terbentuk Gas Hidrogen (s)
1	50	598
2	100	358
3	200	223

Ket: Gas Terbentuk pada Tegangan 5 V

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh bahwa awal pembentukan gas hidrogen untuk massa karbon aktif 50 g yaitu pada detik ke 598, untuk massa karbon aktif 100 g yaitu pada detik ke 358, sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu pada detik ke 223. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif sangat mempengaruhi waktu awal pembentukan gas hidrogen. Untuk lebih jelasnya data ini dimasukkan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Awal pembentukan H_2 berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 20\%$

Pada Gambar 2 terlihat jelas bahwa dari massa 50, 100, dan 200 g secara berurutan mengalami penurunan waktu awal pembentukan gas hidrogen yaitu 598, 358, dan 223. Maka dapat dikatakan

bahwa semakin banyak karbon aktif yang digunakan maka semakin cepat gas hidrogen terbentuk. Ini disebabkan karena banyaknya karbon aktif yang digunakan seiring dengan bertambah banyaknya elektron-elektron bebas yang dapat menghantarkan muatan positif yang dalam hal ini adalah proton (H^+) menuju katoda. Semakin banyak elektron yang bersifat penghantar maka semakin cepat gas hidrogen terbentuk.

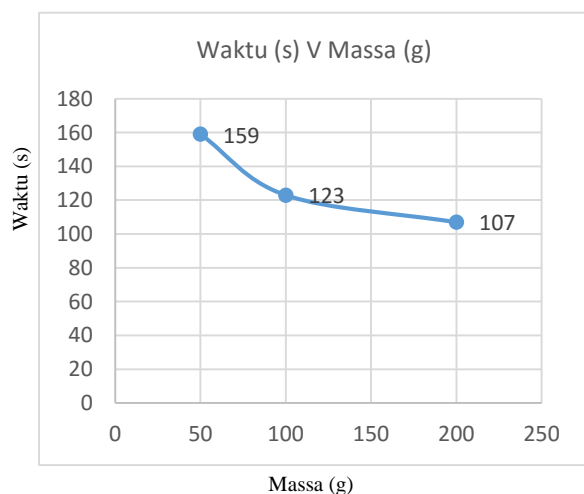
Air Laut Salinitas $\pm 35\%$

Tabel 6. Pengukuran awal pembentukan gas hidrogen berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 35\%$

No.	Massa (g)	Waktu Awal Terbentuk Gas Hidrogen (s)
1	50	159
2	100	123
3	200	107

Ket: Gas terbentuk pada tegangan 5 V

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh bahwa awal pembentukan gas hidrogen untuk massa karbon aktif 50 g yaitu pada detik ke 159, untuk massa karbon aktif 100 g yaitu pada detik ke 123, sedangkan untuk massa karbon aktif 200 g yaitu pada detik ke 107. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan massa karbon aktif sangat mempengaruhi waktu awal pembentukan gas hidrogen. Untuk lebih jelasnya data ini dimasukkan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Awal pembentukan H_2 berdasarkan massa karbon aktif untuk salinitas $\pm 20\%$

Perbandingan Penggunaan Arus Tanpa Karbon Aktif dan Menggunakan Karbon Aktif

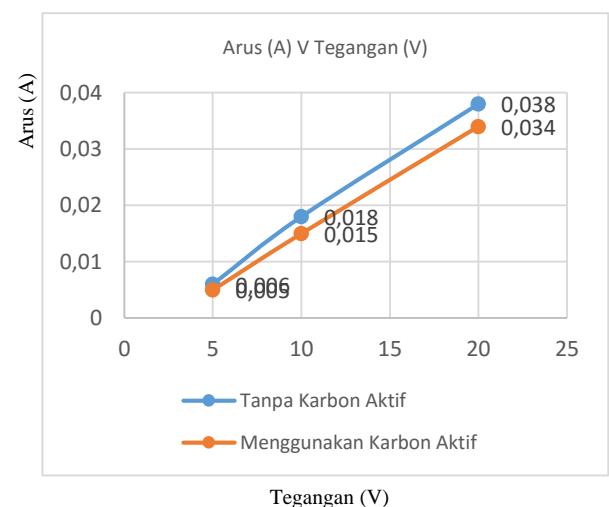
Setelah melihat perbandingan massa karbon aktif terhadap arus yang digunakan dan terhadap awal pembentukan gas hidrogen, maka dapat disimpulkan bahwa massa karbon aktif yang optimal untuk digunakan dalam penelitian ini yaitu 200 g. Sehingga semua data yang berkaitan dengan karbon aktif 200 g akan digunakan untuk membandingkan elektrolisis air laut menggunakan karbon aktif dan tanpa menggunakan karbon aktif. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karbon aktif terhadap elektrolisis air laut dengan salinitas $\pm 5\%$, $\pm 20\%$, dan $\pm 35\%$.

Air Laut Salinitas $\pm 5\%$

Tabel 7. Penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 5\%$ tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif

No.	Tegangan (V)	Arus (A)	
		Tanpa Karbon Aktif	Karbon Aktif
1	5	0,006	0,005
2	10	0,018	0,015
3	20	0,038	0,034

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa penambahan karbon aktif dalam elektrolisis air laut $\pm 5\%$ terdapat sedikit penurunan arus dibanding tanpa menggunakan karbon aktif. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



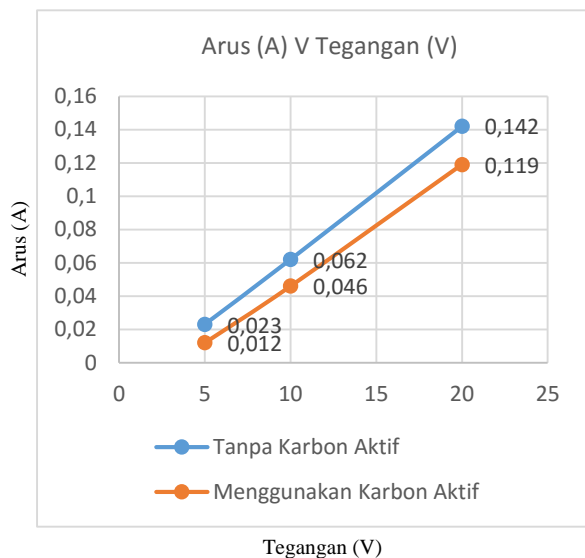
Gambar 4. Perbandingan penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 5\%$ menggunakan karbon aktif dan tanpa karbon aktif

Air Laut Salinitas $\pm 20\%$

Tabel 8. Penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 20\%$ tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif

No.	Tegangan (V)	Arus (A)	
		Tanpa Karbon Aktif	Karbon Aktif
1	5	0,023	0,012
2	10	0,062	0,046
3	20	0,142	0,119

Berdasarkan Tabel 8 terlihat bahwa penambahan karbon aktif dalam elektrolisis air laut $\pm 20\%$ terdapat penurunan arus dibanding tanpa menggunakan karbon aktif. Untuk lebih jelasnya tentang perbandingan menggunakan karbon aktif dan tanpa menggunakan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



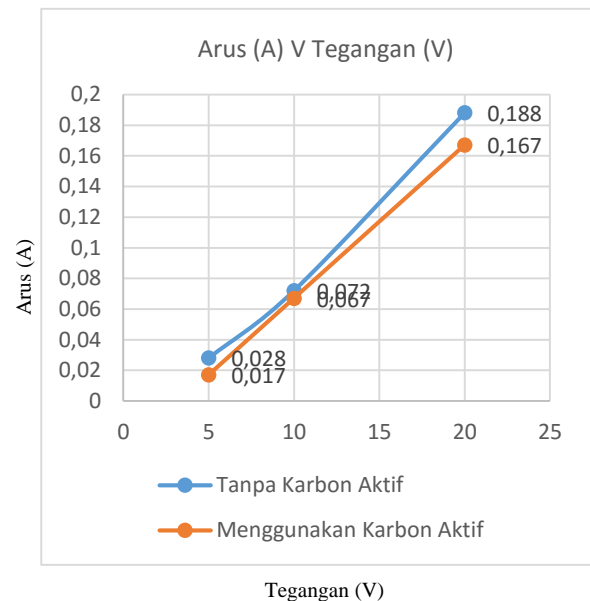
Gambar 5. Perbandingan penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 20\%$ menggunakan karbon aktif dan tanpa karbon aktif

Air Laut Salinitas $\pm 35\%$

Tabel 9. Penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 35\%$ tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif

No.	Tegangan (V)	Arus (A)	
		Tanpa Karbon Aktif	Karbon Aktif
1	5	0,028	0,017
2	10	0,072	0,067
3	20	0,188	0,167

Berdasarkan Tabel 9 terlihat bahwa penambahan karbon aktif dalam elektrolisis air laut $\pm 35\%$ terdapat penurunan arus dibanding tanpa menggunakan karbon aktif. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Perbandingan penggunaan arus terhadap elektrolisis air laut $\pm 35\%$ menggunakan karbon aktif dan tanpa karbon aktif

Pengaruh Variasi Salinitas terhadap Awal Pembentukan H_2 Menggunakan Karbon Aktif dan Tanpa Karbon Aktif

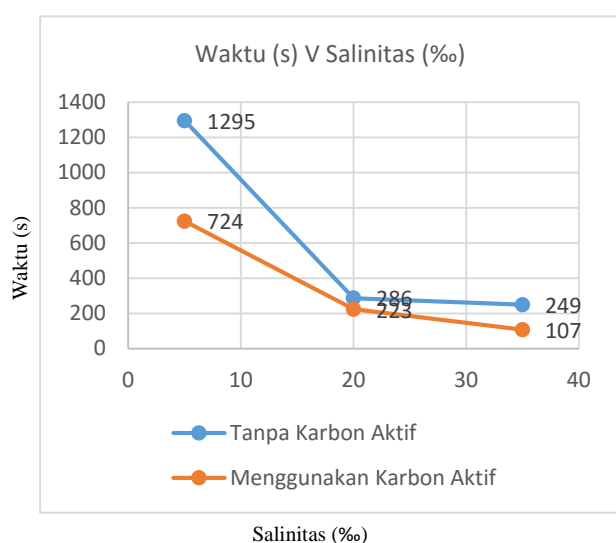
Selain melihat perbandingan arus yang digunakan, perlu juga dilihat bagaimana pengaruh pembentukan awal H_2 terhadap variasi salinitas air laut. Adanya ke dua pengukuran ini, maka dapat ditentukan seberapa besar penghematan arus jika menggunakan karbon aktif dan salinitas mana yang optimal untuk digunakan sebagai bahan elektrolit pembuatan gas hidrogen. Berikut Tabel 10 mengenai awal pembentukan gas hidrogen menggunakan karbon aktif dan tanpa karbon aktif.

Tabel 10. Awal pembentukan H_2 dalam elektrolisis tanpa karbon aktif dan menggunakan karbon aktif

No.	Salinitas (%)	Awal Pembentukas H_2 (s)	
		Tanpa Karbon Aktif	Karbon Aktif
1	5	1295	724
2	20	286	223
3	35	249	107

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh bahwa H_2 dalam elektrolisis air laut yang tanpa karbon aktif terbentuk pada detik ke 1295 untuk salinitas $\pm 5\%$,

detik ke 286 untuk salinitas ± 20 ‰, dan detik ke 249 untuk salinitas ± 35 ‰. Sedangkan yang menggunakan karbon aktif terbentuk pada detik ke 724 untuk salinitas ± 5 ‰, detik ke 223 untuk salinitas ± 20 ‰, dan detik ke 107 untuk salinitas ± 35 ‰. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan karbon aktif mempercepat pembentukan H_2 dan semakin tinggi salinitas maka semakin cepat H_2 terbentuk. Ini dikarenakan semakin banyaknya ion-ion penghantar yang terdapat dalam air laut seiring kenaikan salinitasnya. Untuk lebih jelasnya tentang perbandingan menggunakan karbon aktif dan tanpa menggunakan karbon aktif dalam awal pembentukan H_2 dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Awal pembentukan H_2 menggunakan karbon aktif dan tanpa karbon aktif

Perhitungan Persentase Penghematan

Persentase penghematan dihitung pada masing-masing salinitas dengan cara mengubah semua arus listrik yang digunakan dalam satuan watt. Proses elektrolisis ini dilakukan selama 2 jam atau 7200 s, maka didapatkan arus listrik yang digunakan selama proses elektrolisis tanpa karbon aktif yaitu sebanyak 1.062,9 watt untuk salinitas ± 5 ‰, 795,11 watt untuk salinitas ± 20 ‰, dan 973,14 watt untuk salinitas ± 35 ‰. Sedangkan jumlah arus listrik yang digunakan selama proses elektrolisis yang menggunakan karbon aktif yaitu 971,4 watt untuk salinitas ± 5 ‰, 418,62 watt untuk salinitas ± 20 ‰, dan 600,44 watt untuk salinitas ± 35 ‰. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapat, maka penghematan arus listrik karena adanya penggunaan karbon aktif yaitu sebanyak 8,62 % untuk salinitas ± 5 ‰, 47,35 % untuk

salinitas ± 20 ‰ dan sebanyak 38,05 % untuk salinitas ± 35 ‰.

Reaksi Kimia Proses Elektrolisis

Segala proses kimiawi tentunya tidak terlepas dari reaksi-reaksi kimia seperti dalam penelitian ini. Reaksi-reaksi dalam proses elektrolisis air laut ini terjadi pada anoda dan katoda. Keterbatasan alat menjadi sedikit hambatan untuk menentukan reaksi-reaksi apa saja yang terjadi, namun secara teori kemungkinan reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda yaitu sebagai berikut.

Anoda

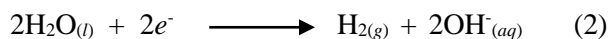
Berdasarkan aliran elektronnya atau proses oksidasi reduksinya, reaksi pertama kali terjadi di kutub positif (anoda). Namun disini terjadi persaingan antara anion dengan air. Berdasarkan teori yang ada, anion yang bereaksi pada anoda adalah yang memiliki harga potensial standar oksidasi yang lebih besar dibandingkan air. Anion yang memiliki harga potensial standar oksidasi lebih besar di banding anion-anion lainnya yang berada dalam air laut yaitu Cl^- . Namun dibanding dengan air, Cl^- memiliki harga potensial standar oksidasi lebih kecil atau hampir sama. Akan tetapi dalam hal ini H_2O akan terurai menjadi H^+ dan OH^- sehingga membutuhkan potensial tambahan untuk dapat teroksidasi. Maka dari itu Cl^- -lah yang tetap teroksidasi dengan reaksi sebagai berikut.



Jika ion Cl^- telah teroksidasi semua, maka selanjutnya H_2O yang akan teroksidasi menghasilkan O_2 dan H^+ serta melepaskan elektron. Reaksi-reaksi terus berlanjut berdasarkan urutan harga potensial oksidasi masing-masing anion hingga elektrolit (air laut) habis.

Katoda

Setelah terjadi pelepasan elektron di anoda atau reaksi oksidasi maka selanjutnya elektron yang lepas ini akan tertangkap oleh kation yang menuju katoda atau terjadi reduksi. Namun, di katoda juga terjadi persaingan antara kation dengan air. Kation yang memiliki harga potensial standar reduksi lebih besar di banding kation lainnya yang berada dalam air laut yaitu Na^+ . Maka Na^+ yang akan bersaing dengan H_2O untuk bereaksi di katoda yang dalam hal ini H_2O -lah yang akan bereaksi sebab memiliki harga potensial standar reduksi lebih kecil dibanding Na^+ .



Jika H_2O telah tereduksi semua maka selanjutnya Na^+ yang akan tereduksi menghasilkan endapan Na dikatoda. Reaksi-reaksi terus berlanjut berdasarkan urutan harga potensial reduksi masing-masing kation hingga elektrolit (air laut) habis atau katoda mencapai titik kejenuhan akibat habis bereaksi karena Cu bukanlah elektroda inert sehingga ikut bereaksi.

Berdasarkan persamaan 2, pembentukan H_2 terjadi akibat adanya penangkapan elektron terhadap H_2O . Jika semakin banyak elektron bebas yang ditangkap oleh H_2O maka akan semakin banyak H_2 terbentuk. Maka dengan adanya penggunaan karbon aktif yang dalam hal ini sebagai pendonor elektron, sehingga akan sedikit reaksi oksidasi Cl^- yang terjadi pada anoda mengakibatkan sedikit pula energi listrik yang dibutuhkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Penggunaan karbon aktif dalam proses elektrolisis air laut dapat menurunkan jumlah arus listrik yang digunakan dengan persentase penghematan yaitu sebanyak 8,61 % untuk salinitas ± 5 ‰, 47,35 % untuk salinitas ± 20 ‰ dan sebanyak 38,05 % untuk salinitas ± 35 ‰. Maka salinitas yang optimal untuk dijadikan sebagai bahan elektrolit untuk mengelektrolisis air laut yaitu salinitas ± 20 ‰.
2. Variasi massa karbon aktif tidak mempengaruhi jumlah arus yang digunakan selama proses elektrolisis air laut. Namun semakin banyak karbon aktif yang digunakan, maka akan mempercepat pembentukan H_2 .
3. Variasi salinitas akan mempengaruhi jumlah arus yang digunakan selama proses elektrolisis air laut. Semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi arus yang digunakan namun pembentukan H_2 akan semakin cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, S., dan Dewita, E., 2008, Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Energi Nuklir, *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, **10**(2) : 123-132.
- Andewi, N.M.A.Y., dan Hadi, W., 2011, Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air

Sebagai Sumber Energi, *Paper*, FTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Andono, Y., dan Gamayel, A., 2014, Pengujian Performa Generator Hidrogen Tipe Dry Cell Akibat Pengaruh Komposisi Campuran Katalisator NaHCO_3 pada Air, *Jurnal Kajian Teknologi*, **10**(1) : 1-10.
- Arief, D. 1984, Pengukuran Salinitas Air Laut dan Peranannya Dalam Ilmu Kelautan, *Oseana*, **IX**(1) : 3-10.
- Bakri dan Baharuddin, 2010, Absorpsi Air Komposit Semen Sekam Padi dengan Penambahan Pozzolan Abu Sekam Padi dan Kapur pada Matriks Semen, *Jurnal Perennian*, **6**(2) : 70-78.
- Cahyonugroho, O.H., 2007, Kinetika Adsorpsi Warna Limbah Tekstil dengan Abu Sekam Padi Menggunakan Reagen Tawas, *Jurnal Teknik Kimia*, **1**(2) : 59-64.
- Chang, R., 2003, *Kimia Dasar*, diterjemahkan oleh Achmadi, S. Setiati, 2005, Erlangga, Jakarta.
- Dogra, S. K. dan Dogra, S., 1990, *Kimia Fisik dan Soal-Soal*, UI-Press, Jakarta.
- Erlangga D. 2015. Cadangan Minyak Indonesia Tinggal 3,7 Miliar Barrel. (Online) (bisniskeuangan.kompas.com/read/2015/09/07/073500026/Cadangan.Minyak.Indonesia.Tinggal.3.7.Miliar.Barrel). diakses tanggal 20 Maret 2016).
- Ewan, B.C.R., Adeniyi, O.D., 2013, A Demonstration of Carbon-Assisted Water Electrolysis, *Energies*, **6** : 1657 – 1668.
- Gani, M.U.A., 2008, Percobaan Penyerapan Limbah Industri Menggunakan Karbon Aktif dari Batubara Tanjung Tabalong Kalimantan Selatan, *Geoteknologi*, **4**(3) : 63-67.
- Giddey, S., Kulkarni, A., dan Badwal, S., P., S, 2015, Low Emmission Hydrogen Generation Through Carbon Assisted Electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, **40** : 70-74.
- Isana, S. Y. L., 2010, Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel, *Jurnal Kimia UNY*, ISBN : 978-979-98117-7-6.
- Lelifajri, 2010, Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk

- Kayu Gergaji, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, **7**(3) : 126–129.
- Martawati, M. E., 2014, Sistem Elektrolisa Air sebagai Bahan Bakar Alternatid pada Kendaraan, *Jurnal Eltek*, **12**(1): 93-104.
- Moore, J. T., 2004, *Kimia For Dummies*, Pakar Raya, Bandung.
- Mustafa, D., dan Noor, A.M., 2003, Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Ban Bekas dan Penggunaannya untuk Penyerapan Ion-Ion Logam dalam Larutan, *Jurnal Kimia Andalas*, **9**(2) : 11-15.
- Nugoroho, G.C., 2015, *Gas Hidrogen*, (online), (https://prezi.com/jcmj_xpu4rmj/gas-hidrogen, diakses tanggal 22 Maret 2016)
- Oxtoby, D. W., dkk. 2001, *Prinsip-Prinsip Kimia Modern Edisi Keempat*, Elangga, Jakarta.
- Prasetyo, A., Yudi, A., dan Astuti, R.N., 2011, Adsorpsi Metilen Blue pada Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi NaCl pada Suhu Pengaktifan 600 °C dan 650 °C, *Jurnal Neutrino*, **4**(1) : 16-23.
- Priyono, A., 1991. *Application of seismic modeling in the hydrocarbon exploration. Seminar and Workshop HAGI –HMGF ITB*. Bandung.
- Rahim, M., dan Octania, I., 2010, Pembuatan Karbon Aktif dari Batu Bara Peringkat Rendah, *Media Perspektif*, **10**(2) : 60-114.
- Rashid, Md. M., Mesfer, M. K. Al., Naseem, H., dan Danish, M., 2015, Hydrogen Production by Water Electrolysis A Review of Alkaline Water Electrolysis, PEM Water Electrolysis and High Temperature Water Electrolysis, *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, **4**(3): 2249-8958.
- Riis, T., Hagen, E.F., 2006, *Hydrogen Production and Storage*, IEA – Hydrogen Co – Ordination Group, France.
- Saito, T., 1996, *Kimia Anorganik*, diterjemahkan oleh Ismunandar, (Online), (<http://oke.or.id/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/kimia%20anorganik%20f.pdf>, diakses tanggal 19 Maret 2016).
- Salamah, S., 2008, *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan KOH*, Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, Yogyakarta, 22 November.
- Salimy, D.H., dan Finahari, I.N., 2008, Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir Proses Elektrolisis Dan *Steam Reforming*, *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*, Yogyakarta 25-26 Agustus.
- Sani, 2011, Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut, *Jurnal Teknik Kimia*, **5**(2) : 400-406.
- Seehra, M.S., dan Bollineni, S., 2009, Nanocarbon boosts energy-efficient hydrogen production in carbon-assisted water electrolysis, *international journal of hydrogen energy*, **34** : 6078-6084.
- Seehra, M.S., Ranganathan, S., dan Manivannan, A., 2007, Carbon-assisted water electrolysis: An energy-efficient process to produce pure H₂ at room temperature, *Applied Physics Letters*, **90**(4) : 044104-1 – 044104-3.
- Sembiring, M.T., dan Sinaga, T. S., 2003, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sembiring, N., dan Subroto, M.A., 2007, *Terapi Sari Air Laut*, Penebar Plus⁺, Depok.
- Simanjuntak, M., 2009, Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung, *Jurnal Perikanan*, **XI**(1) : 31-45.
- Sudradjat, R., dan Pari, G., 2011, *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Badan Penelitian dan Pengembangan kehutanan, Jakarta.
- Sumardjo, D., 2008, *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksakta*, EGC, Jakarta.
- Usman, H., dkk., 2012, *Kimia Dasar*, UPT MKU Universitas Hasanuddin, Makassar.